茶葉主要化學成分於製茶過程中之變化及其對品質之影響

張如華　阮逸明　蔡永生
臺灣省茶業改良場

摘　要：本報告係將茶業改良場多年來對茶葉主要化學成分於製茶過程中之變化及其對品質影響之試驗結果綜合摘述。

1.兒茶素類含量隨著製茶過程的逐步進行而逐漸減少，其中又以EGCG及EGC之變化較爲顯著。

2.胺基酸總量在製茶過程中變化不大，但個別胺基酸之變化，以茶胺酸和麩胺酸之含量下降較爲明顯，其餘胺基酸含量則有增加的趨勢。

3.茶葉中的植物鹼，咖啡因和可可鹼於製茶過程中變化不大，但仍有下降的趨勢。

4.包種茶製造過程茶湯水色△b及△E值與兒茶素類含量變化呈極顯著的負相關。

5.日光萎凋處理對包種茶品質影響試驗結果顯示，無日光萎凋或萎凋不足之成茶帶有菁味，過度日光萎凋對成茶品質亦有負面影響。

6.大量機械化製造品質中等之包種茶，提高室內萎凋溫度至35℃，可縮減靜置及攪拌時間½，且成茶品質與一般傳統製法無顯著差異。

7.包種茶茶湯滋味與化學成分之關係，經由相關分析顯示，大部分胺基酸與滋味評分呈正相關，而大部分酚類與滋味評分呈負相關。茶湯水色評分與b值達顯著水準負相關。

8.包種茶之烘焙溫度高至120℃以上時，隨著烘焙溫度的升高及時間的延長，茶葉品質下降，茶湯水色呈暗紅色，△a及△b值增加及化學成分(兒茶素類、胺基酸、還原糖)含量降低。

關鍵字：化學成分、製茶過程、茶葉品質、茶湯水色

前　　言

茶樹在植物分類上屬顯花植物門，雙子葉植物綱，離瓣花目，山茶科 (*Theaceae*)，多年生常綠半喬木或灌木。林奈氏 (Linnaeus) 最初將茶樹歸於茶屬 (*Thea*) 而定其學名爲 *Thea sinensis* L.，但後來又將其改屬山茶屬 (*Camellia*)，因此茶樹應歸於那一屬，曾議論紛紛。吳氏 (1985) 認爲應以前者的命名爲準。

市售茶葉通常依製造方法及發酵程度的不同可以概分成三大類，即不發酵茶 (綠茶)、部分發酵茶 (包種茶及烏龍茶) 及全發酵茶 (紅茶) (吳，1985)。全球年產茶葉以紅茶爲最大宗，次爲綠茶，包種茶及烏龍茶約佔不到5%。三種茶類製程主要差異在不發酵茶之茶菁原料從茶樹採摘下來後即利用蒸菁或炒菁方式使催化茶葉進行發酵作用之酵素不活化，因而停止其再進行發酵作用；部分發酵茶則係茶菁原料經一段時間萎凋與攪拌後，再利用炒菁方式阻斷後續發酵作用之進行；全發酵茶之製造則不經上述炒菁或蒸菁過程，唯最後乾燥過程才使酵素不活化，因而製造紅茶時，茶葉的發酵作用得以進行得相當完全。基本上三種茶類製造過程的差異主要乃在於酵素性氧化反應的程度。

茶葉化學成分因茶樹品種、生長環境 (地勢、土質、氣候) (Othiambo 等，1988)、栽培管理 (施肥、

台刈)(Othieno，1988)、採摘季節、部位及方法 (Owuor 等，1989) 等各種因素的影響會有顯著差異。不同發酵程度的茶類，其組成分更截然不同 (Roberts，1958)。綠茶的化學成分及香氣成分多半是原先存在於生葉中之成分，只有極少數的成分是在製造過程中產生的。而包種茶、烏龍茶及紅茶的化學成分及香氣成分則與綠茶迥異，大部分是在製茶過程中的萎凋步驟及發酵過程中受茶葉中酵素反應產生的 (Takeo，1982)。茶葉的化學成分本來就不少，再受到這些因素的影響，更增加了它的複雜性。

茶葉的品質由其所含的化學成分決定，這一點是無可置疑的，但究竟是那些成分以什麼方式決定茶的品質，則至今仍不甚了解，因此許多學者致力於有關茶葉化學成分與品質關係的探討。關於綠茶之苦、澀味已知最主要爲酚類化物所致 (Nakagawa，1970；1974)，而甘味與胺基酸區分有密切關係。去除單寧後，咖啡因和胺基酸與甜味達極顯著負相關 (Nakagawa等，1974)。至於綠茶各個品評單項分數與幾個主要成分之關係，爲全氮量在綠茶品質中扮演極重要的角色，因此日人以全氮作爲綠茶分級指標 (Ikegaya等，1988)。自 Roberts (1958) 發現茶黃質對紅茶品質之重要性以來，就有相當多學者一再證實，茶黃質含量多寡不僅可作爲紅茶品質指標，亦爲紅茶劣變之指標 (Owuor等，1986；Cloughler，1981；Hilton 等，1972；1975)。部分發酵茶之研究，國內亦有不少學者做過，兒茶素、胺基酸、咖啡因是部分發酵茶茶湯滋味重要成分 (吳，1973；葉等，1978)。酯型兒茶素與游離型兒茶素之比值與部分發酵茶製茶品質有關，比值大，品質高 (丁，1981)。但一般皆認爲包種茶品質兒茶素含量高者品質不佳 (蔡，1989)。而大部分胺基酸含量與包種茶品質呈正相關 (葉等，1978；蔡，1989)。茶湯水色與化學成分的關係，已知紅茶茶黃質和茶紅質爲紅茶重要水色成分 (Roberts，1958)，前者多者水色明亮鮮紅，後者太多則不僅使茶湯滋味變淡，同時亦使茶湯變暗褐色。包種茶水色之研究，有阮氏 (1987) 證實包種茶茶湯水色於製茶過程其黃色值(b值)愈來愈大，而△b值可作爲包種茶水色之代表，其與兒茶素含量呈負相關。

部分發酵茶是介於完全未經發酵的綠茶與完全發酵的紅茶間者，因爲發酵程度不一，故種類甚多，包種茶和烏龍茶可爲代表，此兩者是台灣的特色茶產品，在全球茶葉市場中幾乎只有中國大陸少數幾省及台灣才有產製銷。包種茶是部分發酵茶類中屬於發酵程度較輕的一種茶類，烏龍茶則是部分發酵茶類中發酵程度最深的一種茶類，因此在部分發酵茶的製造過程須控制得宜，否則發酵不足像綠茶，發酵過度又似紅茶。部分發酵茶的發酵作用主要是藉由萎凋步驟來進行，故日光萎凋和室內靜置萎凋及攪拌，乃製造部分發酵茶的重要步驟 (葉等，1978)，被認爲係衍生特有色、香、味品質重要步驟 (甘，1984；1985)。相對於其他製茶流程，如炒菁、揉捻或乾燥，這段期間的化學或物理變化極其緩慢與非破壞性，爲一相當耗時的步驟，其對成茶品質的影響主要爲後續性、階段性的；茶菁性狀與化學組成非常相近於原來鮮葉，而與成茶化學組成分相距較遠。

焙火處理是茶葉在製造過程中的必要步驟之一 (張，1994)。除了可降低茶葉的含水量至3～5％以利貯藏外，中次級茶則希望藉由適當的焙火，還可去除其本身雜味，使茶葉中的還原糖與胺基酸經由梅納反應產生焙火香 (Anan等，1984) 以改善其香味品質，並補足茶葉本身香氣的不足。

本報告是將張、阮、蔡、吳及葉等人之試驗結果作一綜合整理，主要在討論茶葉主要化學成分於製茶過程中之變化及其對品質之影響。另外，亦探討不同烘焙溫度與時間對包種茶化學成分與品質之影響。

材料與方法

一、試驗材料：

試驗材料爲本省之茶樹品種，以嫩葉對口開面存芽點爲採摘時期的茶菁爲原料。

二、試驗項目：

(一)探討不同發酵程度茶類(綠茶，包種茶，烏龍茶及紅茶)於製茶過程中 (日光萎凋，室內萎凋及攪

拌，炒菁，揉捻，發酵，乾燥)化學成分之變化。

㈡探討利用不同品種茶菁(台茶12，13，14，15，16，17號，青心大冇，青心烏龍，四季春)製造包種茶化學成分之變化。

㈢探討包種茶製造過程中(日光萎凋，室內萎凋及攪拌，炒菁，揉捻，乾燥)化學成分與成茶品質及茶湯水色之關係。

㈣探討日光萎凋溫度(35，40℃)及時間(0，5，10，15分鐘)對包種茶品質之影響。

㈤探討包種茶製造過程中提高室內萎凋溫度對成茶品質之影響，及縮短包種茶製程之可行性。

㈥探討不同烘焙溫度(80，100，120，140，160℃)及時間(2，4，6，8，10小時)對包種茶化學成分與品質的影響。

三分析方法：

㈠可溶分(A.O.A.C., 1983)：

2g茶樣以熱水萃取、過濾、烘乾、稱重。

㈡全氮：(A.O.A.C., 1983)：

以 Kjeldahl 法定量，分解＋蒸餾＋滴定。

㈢總多元酚類(Iwasa，1975)：

本測定法是改良日本國立茶業試驗場化學研究室於1970年發表，「茶的公定分析法」中茶單寧分析法。茶葉中總多元酚類以熱水迴流萃取 1小時，過濾，經適當稀釋後，以酒石酸鐵溶液呈色，測其在波長540nm吸光度。

㈣總兒茶素類 (Sarkar等，1976)：

本測定法是改良 Swain 及 Hillis 的方法，茶葉中兒茶素以熱水迴流萃取1小時，過濾，經適當稀釋後，以 vanillin 溶液呈色，測其在波長500nm吸光度。

㈤個別兒茶素 (吳等，1975)：

以雙向濾紙層析法分離茶葉抽出物中各種兒茶素後，用 diazosulfanilic acid 試劑呈色並溶離比色，測其在波長420nm吸光度。

㈥胺基酸 (Kubota等，1973)：

精稱1.0g磨碎茶樣，加入沸水萃取1小時，過濾，加 PVPP (Polyvinyl-polypyrrolidone) 去除多元酚類，靜置30分鐘後以雙層濾紙抽氣過濾，濾液進行冷凍乾燥(取代減壓濃縮)，所得乾燥粉末再以pH 2.2 緩衝溶液定量至20mL，經0.45 μm濾膜過濾後，再以胺基酸自動分析儀進行分析。

㈦植物鹼(張，1983)：

計分析咖啡因，可可鹼和茶鹼。稱取磨碎茶樣1.0g，加沸水萃取 1小時，過濾定量至100mL後再取20mL 加PVPP去除多元酚類，待靜置30分鐘，再以0.45 μm過濾後，以HPLC進行分析。

HPLC分析條件：

分離管：Waters μ-Bondpak C_{18},3.9㎜×300㎜

注射量：20 μL

檢測器：U.V 278 nm

移動相：Acetonitrile:Acetic acid:Water=6:1:93

流　速：2.0mL/min

㈧醣類：

計分析蔗糖、葡萄糖及果糖。精稱磨碎茶樣1.0g以沸水萃取1小時，過濾，濾液定量至100mL，再經SEP-PAK C_{18}處理後打入HPLC分析。

HPLC分析條件：

檢測器：Waters 410 RI Detector
分離管：Sugar - Pak 1(6.5㎜×300㎜)
移動相：去離子水(每1L加入50㎎EDTA)
注入量：20μL
流 速：0.4mL/min
操作溫度：90℃

(九)茶湯水色測定：

茶湯水色測定以 Nippon Denshoko Kogyo ND-1001 DP 色差計測定。取茶樣3.0g加入150mL沸水沖泡五分鐘，濾出茶湯靜置30分鐘後測定之，參考樣品以全透光X=100，Y=98，Z=118 爲標準值。

(十)官能分析：

以具有經茶業改良場甄試合格授予品評證書之品評員5～7人成爲本試驗之品評小組。樣品品評方式採茶業改良場現行標準評茶法進行評審，品評項目計五項。取茶樣3公克置於審茶杯中加150mL沸水沖泡後靜置5分鐘，濾出茶湯，俟溫度降至50℃左右，請各品評員就成茶形狀(10%)、色澤(10%)及茶湯水色(20%)、滋味(30%)、香氣(30%)品評之。

(十一)統計分析：

以EXCEL及SAS進行統計分析。

結果與討論

一、不同茶類於製造過程中化學成分之變化

利用同一品種的茶菁(青心大冇)，以不同方法製造四種不同發酵程度茶類(綠茶、包種茶、烏龍茶及紅茶)，分析製茶過程中主要化學成分含量變化，其中以兒茶素類的含量變化最大，圖一、圖二、圖三及圖四分別是茶葉中四種主要兒茶素(一)-Epigallocatechin gallate (EGCG)，(一)-Epigallocatechin(EGC)，(一)-Epicatechin gallate (ECG)，及 (一)-Epicatechin (EC) 在綠茶、包種茶、烏龍茶及紅茶的製造過程中之變化。結果顯示發酵程度愈深，成茶的兒茶素類含量愈低，四種茶類的含量順序是，綠茶＞包種茶＞烏龍茶＞紅茶。各種茶類製造過程中兒茶素類含量的變化爲，在製造綠茶時，兒茶素類幾無變化；在製造包種茶時，EGCG和 EGC少量減少；製造烏龍茶時，在室內靜置萎凋及攪拌過程時，EGCG和 EGC即明顯減少，到乾燥完成時約減少一半，同時ECG和 EC含量也略有降低；但在紅茶萎凋過程中兒茶素類變化不大，但經揉捻後EGCG和 EGC的含量即明顯下降，發酵時更繼續降低，到乾燥完成時，各種兒茶素幾乎氧化殆盡。兒茶素隨著製茶程序的逐步進行而氧化減少，其氧化生成物茶黃質類(Theaflavins)及茶紅質類(Thearubigins)，則隨著製茶過程(發酵程度加深) 含量增加(參見圖五－1及圖五－2)。而由於茶黃質類和茶紅質類的生成，也使得茶湯pH值因發酵程度加深而降低(參見圖六)，綠茶和包種茶在製茶過程中pH值幾無變化，烏龍茶略爲下降，紅茶則呈明顯的下降 (吳等，1975) 。茶葉中的植物鹼，以咖啡因(Caffeine)含量最多(2～4%)，其次是可可鹼(Theobromine)，而茶鹼 (Theophylline)僅以少量存在。四種不同茶類於製茶過程中植物鹼之變化如圖七所示，咖啡因和可可鹼在綠茶、包種茶、烏龍茶及紅茶製造過程中含量變化不大，但仍有下降的趨勢(張， 1983)。圖八、九、十爲包種茶在製茶過程中胺基酸含量的變化。結果顯示除了茶胺酸(Theanine; Thea)及麩胺酸(Glutamic acid; Glu)含量明顯減少，精胺酸(Arginine; Arg) 少量減少外，其餘的胺基酸含量均有增加的趨勢，尤其是丙胺酸 (Alanine; Ala)、纈胺酸(Valine; Val)、異白胺酸(Isoleucine; Ile)、白胺酸 (Leucine; Leu)、酪胺酸(Tyrosine; Tyr)及苯丙胺酸(Phenylalanine; Phe) 等增加達三倍之多。各種胺基酸均以室內萎凋時變化最大，炒菁及揉捻過程中仍繼續少量增加，

但乾燥時則均略爲下降。烏龍茶製造過程中各種胺基酸變化之趨勢與包種茶的變化相同(參見圖十一、十二、十三)。造成各種胺基酸含量消長的反應可能包括：呼吸氧化作用、蛋白質水解反應、胺基酸分解反應、褐變反應等。圖十四爲不同茶類製造過程中茶葉可溶分的變化，結果顯示，可溶分隨茶葉發酵程度的加深而逐漸減少，且與兒茶素氧化的趨勢一致，例如紅茶萎凋時可溶分反而增加，可能即因此時兒茶素類幾未氧化，而蛋白質分解爲可溶性胺基酸;但經揉捻、發酵後，兒茶素類大量氧化，生成較大分子之茶黃質類及茶紅質類，使可溶分相對減少(葉等，1978)。

綜合以上所述，不同茶類的製法不同，因此製茶過程所進行的化學反應亦不相同。其中以兒茶素類及胺基酸的變化較爲明顯，其他成分變化較小。兒茶素類因氧化而減少，不僅使茶湯苦澀味減輕，其氧化生成物含量高低更構成了包種茶、烏龍茶及紅茶等各類茶之特殊水色。

二、不同品種茶菁製造包種茶化學成分之變化

利用九個本省主要品種(台茶12、13、14、15、16、17號、青心大冇、青心烏龍及四季春)的茶菁製造包種茶後，比較茶菁與成茶化學成分含量之變化，以明瞭茶葉品種間化學成分含量之變化。圖十五爲九個品種茶菁與製成包種茶胺基酸總量之變化。結果顯示台茶12～17號六個品種茶菁與成茶胺基酸含量相差不大，僅有少量增加的趨勢，而品種間幾無差異。而青心大冇、青心烏龍及四季春的胺基酸含量比較前六個品種明顯的增加，尤其是四季春的含量多達1.5倍。而在製成包種茶後，成茶胺基酸總量亦比較茶菁明顯增加。不同品種個別游離胺基酸中，茶胺酸、天門冬胺酸及麩胺酸含量差異亦與總量的變化有同樣的趨勢(參見圖十六)，四季春最多，其次爲青心烏龍，前者茶胺酸含量亦爲台茶12～17號的1.5倍；在茶葉中其他含量較少的游離胺基酸，九個品種間並無明顯差異。圖十七爲不同品種茶菁與包種茶咖啡因含量之變化。結果顯示茶菁與成茶的咖啡因含量相差不大，品種間比較則以青心烏龍與四季春含量最少，正好與胺基酸變化相反。在茶湯滋味方面，一般認爲大部分的胺基酸都和品質呈顯著的正相關，咖啡因則帶有强烈的苦味。此或可解釋爲何青心烏龍及四季春之品質較佳。

三、包種茶製造過程中化學成分含量與成茶品質及茶湯水色之關係

表一爲包種茶胺基酸一般含量與官能品質之鑑定結果。胺基酸總含量約爲341～2382mg/100g(乾重)，其中以茶胺酸含量爲最高，約佔總量的60%，其次是麩胺酸，天門冬胺酸，其他胺基酸含量較少。表二爲胺基酸含量與包種茶品質(香氣、滋味及總品質)之單相關分析結果。結果顯示大部分的胺基酸含量與包種茶品質呈正相關，尤其是麩胺酸、天門冬胺酸、苯丙胺酸、纈胺酸、異白胺酸及白胺酸均與香氣、滋味及總品質呈極顯著正相關。而單相關所能解釋之變異有限，因此乃進行複迴歸分析，又由於17個胺基酸成分解釋變數太多，爲選擇最佳解釋變數，故以逐步迴歸分析之，表三即爲包種茶品質與胺基酸利用逐步迴歸分析所得之結果。表中有二個模式，第一個模式爲包種茶滋味品質與胺基酸之關係，式中7個胺基酸(含總胺基酸)進入模式，總胺基酸、纈胺酸、絲胺酸及精胺酸呈正向貢獻，而天門冬胺酸、丙胺酸及異白胺酸呈負向貢獻。模式二則爲包種茶官能品質總分與胺基酸之關係，結果也選了7個胺基酸進入模式，茶胺酸、天門冬胺酸、纈胺酸、丙胺酸、絲胺酸、精胺酸及異白胺酸。表四爲包種茶化學成分與茶湯水色分析結果。包種茶a值(＋紅，－綠)爲負值，b值(＋黃，－藍)爲正值，此顯示包種茶茶湯爲黃綠色。b值變異係數與△E值(色差，L，a，b三度空間，兩點座標之距離)相近。表五是官能品質鑑定結果。表六爲相關分析結果。有13個成分達顯著水準正相關，4個成分達顯著水準負相關。其中大部分胺基酸皆呈正相關，而茶鹼亦呈正相關。酚類大部分皆呈負相關，而咖啡因、兒茶素總量和可溶分並未達顯著水準相關，此爲較特殊者，亦與一般推論頗有出入者。然而表五之相關性達顯著水準並未意味著一定具有因果關係，可能爲一湊巧偶然的相關，達到了統計顯著水準，卻非因果關係。表七是包種茶茶湯測色值與水色評分及酚類化合物之關係。由表中可知多元酚類及兒茶素類之分析結果皆與L值(亮度)呈負相關，意即酚類多，反射光弱，顏色深，故亮度弱。與b值之關係亦然，多元酚類及兒茶素類與之呈正相

關，顯示測定成分與茶湯黃色有關，愈多愈黃。而△E值趨勢亦與b值相同。上述說明多元酚類及兒茶素類與包種茶茶湯水色有密切關係。茶湯水色評分與測色值L值呈正相關，與b值、△E值呈負相關，此顯示一般包種茶水色似太黃，因此才與b值呈負相關(蔡，1989)。圖十八是在包種茶製造過程中分別取樣，分析兒茶素類、多元酚類含量及測定茶湯的色差值(L，a，b及△E值)。結果顯示，茶葉中多元酚類和兒茶素類含量在包種茶製造過程中皆逐漸減少。茶湯水色的△b值(黃色成分)及△E值則隨製造過程而有逐漸增加的趨勢。而究竟在包種茶製造過程中進行到那一步驟才與生葉兒茶素類、多元酚類或色差值有顯著差異，表八爲差異顯著性分析結果。結果可知兒茶素類及多元酚類含量，雖在室內靜置萎凋及攪拌過程中有逐漸減少的現象，但由差異顯著性分析結果可知兒茶素類在第二次攪拌後靜置至第三次攪拌前，其含量的減少與生葉比較有顯著的差異，表示兒茶素類在茶葉進行發酵時確有被消耗而降低含量的現象，此與一般認爲茶葉發酵是兒茶素類的酵素性氧化作用之觀念相吻合。然而多元酚類含量減少，在整個萎凋過程中與生葉比較所呈現的差異不顯著，可能是因爲茶葉中的多元酚類是群複雜成分，包含黃酮醇類、無色花青素、兒茶素類及其氧化縮合產物(茶黃質類、茶紅質類)，因此兒茶素類雖在萎凋過程中顯著減少(被作爲發酵之受質)，但其氧化縮合產物仍可與酒石酸鐵進行呈色反應，致使多元酚類含量差異不顯著。由此試驗結果可知，以兒茶素類在發酵過程中被消耗的程度作爲茶葉發酵程度的指標，較以多元酚類含量變化做指標更有意義。茶湯之△a 、△b及△E的變化，其與生葉的差異顯著性比較結果都與兒茶素類的比較結果相一致，顯示茶湯水色的形成與兒茶素類有密切的關係。表九即爲包種茶兒茶素類及多元酚類含量與茶湯△L，△a，△b及△E 值間之單相關分析結果。結果可知兒茶素類含量與△b及△E呈極顯著的負相關，顯示包種茶製造過程中兒茶素類含量的減少，與茶湯水色黃色成分 (△b)的增加有密切的關係，此分析結果與前人認爲兒茶素類的氧化縮合產物茶黃質，是構成茶湯黃色的主要成分的想法相一致(Sanderson等, 1972)。△b及△E值亦與多元酚類含量呈極顯著的負相關，但其相關係數小於其

表一、包種茶胺基酸含量與官能品質鑑定(N=37)
Table 1. The amino acid contents and sensory evaluation of paochung tea(N=37)

Variable	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
TAA(mg/100g)	1033.1	473.1	341.0	2382.0
THEA(mg/100g)	676.9	384.8	167.6	1705.6
GLU (mg/100g)	88.1	29.2	42.9	171.3
ASP (mg/100g)	82.9	36.0	35.4	176.7
PHE (mg/100g)	29.5	8.5	14.6	54.3
TYR (mg/100g)	23.2	11.5	8.4	61.4
VAL (mg/100g)	19.5	7.5	8.4	41.2
ALA (mg/100g)	18.0	6.1	4.9	36.5
SER (mg/100g)	16.4	8.2	0	29.4
ARG (mg/100g)	14.7	12.2	2.4	59.1
LYS (mg/100g)	13.5	6.0	0	28.3
ILE (mg/100g)	12.5	4.6	6.2	24.5
GLY (mg/100g)	4.1	3.1	0	19.6
PRO (mg/100g)	2.3	7.1	0	32.2
CYS (mg/100g)	5.8	5.2	0	30.0
LEU (mg/100g)	9.5	4.1	3.7	20.5
HIS (mg/100g)	5.0	2.3	0	10.3
MET (mg/100g)	11.5	2.7	0	16.8
AROMA	20.3	1.1	16.9	22.1
TASTE	20.1	1.4	16.4	22.2
OVERQ	68.0	3.5	60.0	74.0

表二、胺基酸與包種茶品質之關係(N=37)

Table 2. The relationship between amino acid and quality of paochung tea(N=37)

AA	AROMA	TASTE	OVERQ
TAA	0. 44*	0. 41*	0. 40*
THEA	0. 33*	0. 35*	0. 33*
GLU	0. 45**	0. 45**	0. 46**
ASP	0. 49**	0. 46**	0. 50**
PHE	0. 56**	0. 55**	0. 57**
TYR	0. 40*	0. 40*	0. 43*
VAL	0. 46**	0. 44**	0. 45**
ALA	0. 15	0. 16	0. 14
SER	0. 14	0. 12	0. 13
ARG	0. 37*	0. 38*	0. 42*
LYS	0. 40*	0. 41*	0. 45*
ILE	0. 47**	0. 45**	0. 47**
GLY	0. 21	0. 24	0. 25
PRO	0. 13	0. 18	0. 15
CYS	0. 09	0. 14	0. 18
LEU	0. 44**	0. 44**	0. 47**
HIS	-0. 04	-0. 08	-0. 06
MET	10. 12	-0. 08	-0. 13

表三、包種茶品質與胺基酸之迴歸分析 (N=37)

Table 3. Regression results of Paochung tea quality with amino acid (N=37)

Models	R^2	F
Taste＝18.33＋0.309 TAA－1.141Asp＋ 9.216Val-17.141Ala＋8.604Ser ＋4.209Arg－10.227Ile (Non Glu, Thea)	0.445	0.64
Overall quality＝64.36＋0.728 Thea＋ 0.346Asp＋23.54Val 46.24Ala＋22.14Ser＋ 14.14Arg－28.87Ile (Non TAA, Glu)	0.497	0.89

表四、包種茶化學成分與茶湯水色分析(N＝37)

Table 4. The analysis of chemical components and liquor color of paochung tea(N=37)

Components	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
EGC(%)	1. 27	0. 23	0. 64	1. 74
C(%)	0. 16	0. 05	0. 06	0. 32
EC(%)	0. 39	0. 07	0. 23	0. 57
EGCG(%)	2. 45	0. 46	1. 70	3. 55
ECG(%)	0. 63	0. 18	0. 21	1. 05
Polyphenols(OD)	0. 40	0. 03	0. 32	0. 46
Catechins(OD)	0. 28	0. 03	0. 21	0. 36
Sucrose(%)	2. 38	1. 19	0. 76	7. 57
Glucose(%)	1. 04	0. 20	0. 65	1. 65
Fructose(%)	0. 50	0. 15	0. 17	0. 83
Caffeine(%)	1. 89	0. 54	0. 48	2. 75
Theobromine(%)	0. 05	0. 02	0. 02	0. 09
Theophylline(%)	0. 02	0. 01	0	0. 04
Soluble solids(%)	37. 73	1. 77	34. 53	41. 31
Total nitrogen(%)	3. 50	0. 46	2. 60	4. 42
L	90. 90	3. 33	82. 17	95. 50
a	-3. 96	0. 91	-6. 33	-2. 80
b	23. 51	3. 38	15. 13	31. 03
△E	25. 42	0. 89	15. 83	32. 87

表五、包種茶官能品質鑑定結果(N=37)

Table 5. The results of sensory evaluation of paochung tea

Variable	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
Shape	6. 99	0. 46	6. 09	8. 05
Tea color	6. 86	0. 39	6. 05	7. 84
Liquor color	13. 62	0. 67	11. 96	14. 68
Aroma	20. 34	1. 07	16. 91	22. 13
Taste	20. 11	1. 37	16. 38	22. 23
Overall quality	67. 96	3. 53	60. 02	74. 04

表六、包種茶茶湯滋味與化學成分之相關分析

Table 6. Correlation results of taste with chemical components of paochung tea

Positive Correlatian	Negative Correlation
ASP	Polyphenols
THEA	Catechins
GLU	EGCG
VAL	ECG
ILE	
LEU	
TYR	
PHE	
LYS	
ARG	
Total amino acids	
Theophylline	
Total nitrogen	

表七、包種茶茶湯測色值與水色評分及酚類化合物之關係

Table 7. The relationship between color measurement of paochung tea liquor with phenolic compounds and color of infusion scores.

	L	a	b	△E
Polyphenols	-0. 380 P=0. 010	- *	0. 338 P=0. 20	0. 424 P=0. 004
Catechins	-0. 542 P=0. 000	-	0. 489 P=0. 001	0. 501 P=0. 001
Liquor color	-0. 522 P=0. 000	-	-0. 559 P=0. 000	-0. 540 P=0. 000

*- ：Means P＞0.05

表八、包種茶製造過程中兒茶素及多元酚類含量、茶湯測色值之差異顯著性比較

Table 8. The comparison of the significant difference of the measurement of tea liquor during the Paochung tea manufacturing process

	Catechins	Polyphenols	△a	△b	△E
Fresh leaves	-	-	-	-	-
Solar withering	-	-	-	-	-
1st shaking	-	-	-	-	-
2nd shaking	-	-	-	-	-
3rd shaking	+	-	-	-	-
4th shaking	+	-	-	-	-
Before panning	+	-	-	+	-
After panning	+	-	-	+	+
After rolling	+	-	+	+	+
After drying	+	-	+	+	+

+ : Had significant difference at 1% level in comparison with fresh leaves.
- : No significant difference.

表九、包種茶兒茶素類和多元酚類含量與茶湯水色之相關分析

Table 9. The correlations between the catechins and polyphenols contents and the liquor color of paochung tea

Season	Tea Liquor	Catechins	Polyphenols
Spring	△L	0.2171	0.2490
	△a	0.3096*	0.2127
	△b	-0.6953**	-0.5527**
	△E	-0.6164**	-0.5060**
Summer	△L	0.7101**	0.4993**
	△a	0.6466**	0.4849**
	△b	-0.7274**	-0.5079**
	△E	-0.7264**	-0.5061**
Autumn	△L	0.4302**	0.5479**
	△a	0.2373	0.5417**
	△b	-0.4382**	-0.5940**
	△E	0.4311**	-0.5859**

* Significant correlation at 5% level
** Significant correlation at 1% level

與兒茶素類含量的相關係數，可見在製茶過程中兒茶素類的變化比多元酚類的變化與茶湯水色變化

更具有密切的關係，尤其是其與水色黃色成分的關係更密切。省產包種茶茶湯水色呈蜜綠色至金黃色，而由此試驗結果可知，茶湯水色應可藉適當控制兒茶素類在製茶過程中的變化而獲得(阮，1987)。

四日光萎凋溫度及時間對包種茶品質之影響

包種茶屬於部分發酵茶中發酵程度較輕的一種茶類。日光萎凋是第一個步驟，也是形成茶葉香氣成分的主要步驟之一(金，1989)，其目的不僅僅單純的只爲了讓茶菁水分走失，且改變細胞生理狀態，致細胞膜的半滲透性消失，細胞中各化學成分得以藉酵素的作用，而引發一系列化學反應及香氣的形成(Kobayashi等，1985)。表十爲台茶12號在不同的日照溫度(葉溫爲40℃及35℃) 及時間處理後，再經相同條件的傳統製茶流程製成條形包種茶的官能品質分析結果，結果顯示日光萎凋時間長短對成茶外觀及茶湯水色評分未達顯著水準差異，唯欲製得良好香氣及滋味的包種茶品質，隨著日照及溫度高低，所需日光萎凋時間不同(如：40 ℃約需5分鐘；35℃約需10分鐘)，茶菁若不經過日光萎凋處理或萎凋不足，所製得成茶普遍帶有菁臭味。反之，若萎凋過度則成茶品質亦屬不良，香氣不揚且帶酸味。因此，在包種茶的製造過程中，適當的日光萎凋是必需的步驟之一。表十一爲利用色差計及酸鹼測定計測定茶湯水色及酸鹼度之分析結果。結果顯示，茶湯pH值均維持在 6左右，並不受日光萎凋時間所改變。由色差計之測色值可知茶湯水色變化受日光萎凋時間長短影響不大，此與官能品質評分結果相同。日光萎凋對包種茶化學成分之影響分析結果如表十二。結果顯示，茶葉主要化學成分在各處理間變化不大，幾乎不受日光萎凋時間長短所影響。個別游離胺基酸含量消長與日光萎凋時間長短並無一致性(張，1992)。

五包種茶製造過程中提高室內萎凋溫度對成茶品質之影響及縮短包種茶製程之可行性

包種茶室內萎凋的作用是在讓生葉緩慢進行一連串的生化學反應或變化及香氣成分之形成(Kobayashi 等，1985)，此時，茶中多元酚類成分因氧化而轉變尤其具有重大意義，因爲它的變化不祇是本身形式的轉變，還推動了其他成分的轉變，或和其他成分發生作用，這一系列反應結果，造成茶葉特有的色澤、水色、香氣和滋味。萎凋爲一耗時之步驟，且需要相當大面積的萎凋場所，才足以應付茶菁均勻的萎凋，因而形成製茶流程瓶頸及製茶困難。Takeo(1984) 指出，加溫萎凋有促進部分發酵茶香味的形成。之後竹尾等(1984)又指出生葉以人工光35～40℃加溫萎凋1小時配合室內萎凋4小時可形成包種茶特有的花香及水色，因此，本試驗嘗試於35 ℃之空調室加溫萎凋4小時，或加溫萎凋 2小時後再行後期室溫靜置萎凋2至4小時。其官能品質分析結果如表十三。結果顯示，各種條件下製茶，其成茶外觀及茶湯水色均無顯著差異；香氣和滋味評分以後期實施室溫靜置萎凋2小時的品質較持續加溫萎凋4 小時的成茶品質較佳，而與對照組無顯著差異。由表十四利用色差計測定茶湯水色的分析結果亦與品評結果相同，各組條件所製成的成茶茶湯水色無明顯差異。表十五是化學成分的分析結果。表中顯示，各種條件下可溶分、茶單寧及三種植物鹼的含量幾無變化，而游離胺基酸含量在加溫處理後雖然呈不規則變化，但除了後期室溫靜置萎凋2小時外，其餘各處理均比較對照組(室溫，8～10時)高，此現象可能是高溫促進蛋白質水解的緣故(張，1992)。

綜合以上分析結果，加溫2小時後再於後期行室溫靜置萎凋2小時，可以得到與對照組相似的成茶品質，且較節省能源。

六不同烘焙溫度與時間對包種茶化學成分與品質的影響

品質中等的條型包種茶以不同溫度(80～160℃)及不同時間(2～10小時)烘焙，其官能品質鑑定結果如表十六所示。本試驗之原茶樣滋味雖甘醇，但香氣不揚，經適當烘焙(80℃，8～10小時 或100℃，2～10小時) ，仍具有原茶樣翠綠的色澤、蜜綠的水色及宜人的焙火香，滋味亦較醇厚，確可改善其香味品質。隨著烘焙溫度的提高及時間的延長，茶葉色澤轉爲黃褐 (120℃，4小時以上)，紅褐(140℃，2小時) ，黑褐色(160℃，2小時)以至深黑色(160℃，6 小時以上)。茶湯水色轉爲金黃

(100℃，8小時以上)，黃紅(120℃，2小時或 140 ℃，1小時)，橙紅(120℃，10小時或140℃，4小時)以至紅色(160℃，4小時以上)。茶湯滋味逐漸帶有酸味(120℃，2～4小時或140℃，1小時)，火味(120℃，2～6小時；140℃，2 小時或160℃，1小時)，火焦味(140℃，4小時以上)，刺鼻焦味及酸氣(160℃，4小時以上)。表十七爲茶湯pH、△L、△a 、△b及△E值之分析結果。茶湯pH值在烘焙過程中極易變化，即使80℃烘焙2小時已有明顯下降，並與烘焙溫度成階段性的變化，此與官能品質鑑定結果相符一茶湯酸味逐漸增加。至於水色的變化，100℃以下水色差異不大，120℃以上△a及△b值隨烘焙溫度及時間的變化而有顯著的差異。140℃以上茶湯明亮度 (△L)明顯降低，茶湯呈暗色(帶黑)。圖十九是包種茶於不同溫度及時間烘焙茶葉中兒茶素類及多元酚類含量之變化。由圖十九可知當烘焙溫度高於120 ℃以上時，兒茶素類含量明顯的隨烘焙溫度升高及烘焙時間延長而降低，而多元酚類含量卻隨兒茶素類含量下降而增加，此顯示在高溫下兒茶素類極易形成與酒石酸鐵有呈色反應的黃橙色氧化聚合物，致使茶湯△b值(黃色成分) 及△a值(紅色成分)在此烘焙溫度下顯著增加，當烘焙溫度高達160℃時，兒茶素類在烘焙時產生的黃橙色氧化聚合物在高溫下可能再氧化聚合成紅色高度聚合物，此時△a轉爲極高的正值，而與酒石酸鐵無呈色反應，致使多元酚類的分析值下降。又咖啡因含量有隨烘焙溫度升高及時間延長而增加的趨勢(參見圖二十)，此可能因爲茶葉烘焙後組織內的咖啡因昇華出，而較易被熱水萃出。此推論可解釋茶葉愈焙愈苦的原因之一爲咖啡因在茶葉高溫烘焙後，較易被萃出而使茶湯滋味較苦。又茶葉中的蔗糖於高溫烘焙(120 ℃以上)時可因進行焦糖化(caramelization)而降低其含量(參見圖二十一)。焦糖化產生的香味物質及褐化產物對茶葉烘焙香氣的形成及水色的褐變亦有影響。茶葉中游離胺基酸尤其是茶胺酸以及還原糖如葡萄糖、果糖的含量，在茶葉烘焙至宜人的香氣時(如100℃，4～10小時或120℃，2～4小時) 即開始有明顯的下降(參見圖二十二，圖二十三)，顯示游離胺基酸與還原糖在高溫下產生的梅納反應(Maillard reaction)是產生茶葉烘焙香氣及茶湯水色褐化的原因之一(阮等，1989)。

綜上所述茶葉經烘焙後，其水色、香氣、滋味的改變與茶葉中化學成分的變化有密切的關係。優質茶葉爲保持其原有的優良香氣與滋味，宜使用80℃以下的溫度短時間(2小時以下)烘焙(再乾)，使茶葉含水量降至 2～3%，以確保貯放期間品質。至於次級茶葉因香氣不足，其烘焙溫度可提高至100～120℃，使茶葉具有焙火香而改善其香味品質。烘焙溫度高達 140℃以上則隨溫度的提高及烘焙時間的加長，茶葉品質急劇劣變，水色呈暗紅色，茶湯滋味帶酸味及火焦味重，由本試驗結果建議，茶葉烘焙溫度不宜高出120℃。

表十、日光萎凋溫度及時間對包種茶官能品質之影響

Table 10. Effect of temperature and time of solar withering on sensory quality of Paochung tea

	40℃(min)				40℃(min)			
	0	5	10	15	0	5	10	15
Appearance	14. 8a	15. 1a	15. 7a	14. 9a	14. 9a	15. 1a	15. 9a	15. 7a
Liquor Color	14. 8b	15. 1b	15. 0b	13. 9a	14. 9a	14. 3a	14. 7a	14. 9a
Aroma & Taste	42. 4b	44. 6c	41. 4a	40. 4a	41. 4a	41. 0a	43. 6b	41. 6a
Overall quality	72. 0a	74. 8c	72. 1b	69. 2a	71. 2ab	70. 4a	74. 2c	72. 2b
Grass odor	++	-	-	-	++	-	-	-

* ：Values are average of six panelists

- ：Not detected

a-c ：Values with different letter on each column are significantly different at 5% level with Duncan's multiple range test

40℃, 35℃ ：Temperature of tea leaves during solar withering

表十一、日光萎凋溫度及時間對包種茶茶湯水色之影響

Table 11. Effect of temperature and time of solar withering on liquor of Paochung tea

	40℃(min)				40℃(min)			
	0	5	10	15	0	5	10	15
p H	14. 8a	15. 1a	15. 7a	14. 9a	14. 9a	15. 1a	15. 9a	15. 7a
L	14. 8b	15. 1b	15. 0b	13. 9a	14. 9a	14. 3a	14. 7a	14. 9a
a	42. 4b	44. 6c	41. 4a	40. 4a	41. 4a	41. 0a	43. 6b	41. 6a
b	72. 0a	74. 8c	72. 1b	69. 2a	71. 2ab	70. 4a	74. 2c	72. 2b
△E	++	-	-	-	++	-	-	-

* ：Temperature of tea leaves during solar withering

表十二、日光萎凋溫度及時間對包種茶化學成分之影響

Table 12. Effect of temperature and time of solar withering on non-volatile chemical compoents of Paochung tea

Comp	40℃(min)				35℃(min)			
	0	5	10	15	0	5	10	15
SS(%)	43.28	43.56	43.28	43.09	42.59	42.39	42.50	42.76
TT (%)	15.49	15.27	14.82	14.82	14.69	14.51	14.73	14.69
TB (%)	1.18	0.86	0.87	0.71	0.89	0.82	1.01	0.97
TP (%)	0.48	0.31	0.32	0.31	0.29	0.27	0.14	0.23
CA (%)	2.40	2.38	2.45	2.35	2.42	2.43	2.53	2.51
Lys (mg/g)	0.87	1.57	0.80	1.05	1.42	0.96	0.82	0.92
Thr (mg/g)	0.65	0.86	0.76	0.81	0.77	0.64	0.77	0.78
Ala (mg/g)	0.73	0.80	0.76	0.67	0.96	0.95	1.09	0.94
Leu (mg/g)	0.48	0.47	0.46	0.62	0.42	0.40	0.41	0.33
His (mg/g)	0.37	1.26	1.42	1.11	T	0.98	0.74	1.05
Ser (mg/g)	1.00	1.16	1.20	1.12	1.18	1.11	1.25	1.18
Tyr (mg/g)	1.19	1.25	1.26	1.41	1.14	1.02	1.18	1.14
Glu (mg/g)	2.55	2.60	2.55	2.21	2.37	2.23	2.29	2.20
Val (mg/g)	0.81	0.84	0.94	0.90	0.84	0.73	0.89	0.91
Phe (mg/g)	0.99	1.14	1.05	0.98	0.77	0.76	0.83	0.78
Arg (mg/g)	1.45	2.81	3.12	1.51	1.15	T	T	T
Asp (mg/g)	3.91	4.29	4.25	4.03	3.03	3.20	3.22	3.06
Gly (mg/g)	0.22	0.17	0.17	0.17	0.20	0.26	0.20	0.14
Ile (mg/g)	0.45	0.33	0.47	0.58	0.38	0.32	0.29	0.30
Gln (mg/g)	0.48	0.62	0.53	0.54	0.61	0.57	0.56	0.51
Thea(mg/g)	17.82	17.98	17.95	17.472	3.35	20.54	22.30	19.66
GABA(mg/g)	0.13	0.08	0.07	0.09	0.16	0.11	0.15	0.17
T-AA(mg/g)	34.10	38.26	37.76	35.27	38.75	34.77	37.09	34.07

T：Trace Ca：Caffeine SS：Soluble Solids Thea：Theanine

TT：Tea Tannins GABA：γ-Aminobutyric acid TB：Theobromine

T-AA：Total Amino Acids TP：Theophylline

表十三、高溫進行室內萎凋及攪拌對包種茶官能品質之影響

Table 13. Effect of indoor-withering and turnover at high temperature on sensory quality of Paochung tea

	CK	35℃					
		4H	5H	6H	2H& RT2H	2H& RT3H	2H& RT4H
Appearance	15.0[a]*	15.0[a]	15.0[a]	15.3[a]	16.0[a]	15.7[a]	16.0[a]
Liquor Color	15.0[a]	15.0[a]	15.3[a]	14.3[a]	15.3[a]	15.0[a]	15.0[a]
Aroma	21.7[c]	20.7[bc]	19.3[ab]	18.5[a]	21.3[c]	19.3[ab]	19.0[a]
Taste	21.7[b]	21.3[b]	19.7[a]	19.0[a]	21.3[b]	19.3[a]	19.0[a]
Overall quality	73.4[d]	72.0[c]	69.3[b]	67.1[a]	76.9[d]	69.3[b]	69.0[b]

CK：Sample withered at 20±2℃ about 8-10 hours

RT：Room temperature about 20±2℃

35℃ Controlled in chamber

*：Values are average of six panelist

a-d：Values with different letter on each column are significantly different at 5% level with Duncan's multiple range test

表十四、高溫進行室內萎凋及攪拌對包種茶茶湯水色之影響

Table 14. Effect of indoor-withering and turnover at high temperature on liquor color of of Paochung tea

	CK	35℃			35℃ 2H then RT		
		4H	5H	6H	4H	5H	6H
L	86.5	88.5	87.4	89.8	86.7	85.6	86.4
a	-2.4	-2.0	-2.3	-2.2	-2.1	-2.2	-1.9
b	15.0	13.9	15.4	15.2	14.7	15.4	15.6
△E	20.2	18.1	20.0	18.4	19.8	21.1	20.7

CK：Sample withered at 20±2℃ about 8-10 hours

RT：Room temperature about 20±2℃

35℃ Controlled in chamber

表十五、高溫進行室內萎凋及攪拌對包種茶化學成分之影響

Table 15. Effect of indoor-withering and turnover at high temperature on non-volatile chemical components of Paochung tea

Comp	CK	35℃			35℃		
		4H	5H	6H	2H	3H	4H
SS(%)	38.49	38.61	38.23	38.08	38.73	38.93	39.18
TT (%)	13.36	13.34	13.23	13.14	13.14	13.36	13.72
TB (%)	0.60	0.69	0.68	0.71	0.61	0.62	0.66
TP (%)	0.73	0.70	0.66	0.68	0.67	0.66	0.68
CA (%)	1.72	1.76	1.77	1.74	1.69	1.68	1.74
Lys (mg/g)	0.87	0.73	0.62	0.49	0.77	0.56	0.62
Thr (mg/g)	0.40	0.71	0.63	0.73	0.52	0.48	0.52
Ala (mg/g)	0.76	0.72	1.25	1.17	0.69	0.91	0.92
Leu (mg/g)	0.28	0.23	0.31	0.33	0.27	0.21	0.22
Ser (mg/g)	0.84	1.44	1.47	1.68	1.08	1.21	1.18
Tyr (mg/g)	0.38	0.53	0.82	0.81	0.42	0.46	0.57
Glu (mg/g)	2.72	3.08	3.33	3.18	2.49	3.29	3.13
Val (mg/g)	0.40	0.46	0.49	0.60	0.38	0.45	0.52
Phe (mg/g)	0.29	0.31	0.58	0.69	0.30	0.46	0.33
Asp (mg/g)	2.37	2.41	2.20	2.40	2.30	2.92	2.81
Gly (mg/g)	0.17	0.12	0.18	0.19	0.07	0.15	0.08
Ile (mg/g)	0.11	0.13	0.21	0.26	0.11	0.16	0.14
Gln (mg/g)	0.26	T	0.54	0.58	0.29	0.36	0.51
Thea(mg/g)	8.62	9.76	9.50	9.59	8.66	10.59	10.28
GABA(mg/g)	0.19	0.41	0.37	0.46	0.37	0.44	0.44
T-AA(mg/g)	18.66	21.04	22.50	23.36	18.63	22.54	20.24

CK：Sample withered at 20±2℃ about 8-10 hours

*：Average of three experiments　　T：Trace

RT：Room temperature about 20±2℃　　35℃ controlled in chamber

SS：Soluble Solids　　CA：Caffeine

TT：Tea Tannins　　TP：Theophylline

TB：Theobromine　　Thea：Theanine

GABA：γ-Aminobutyric acid　　T-AA：Total Amino Acids

表十六、包種茶於不同溫度及時間烘焙之官能品質鑑定成績

Table 16. The scores of sensory evaluation of Paochung tea at various temperature and time

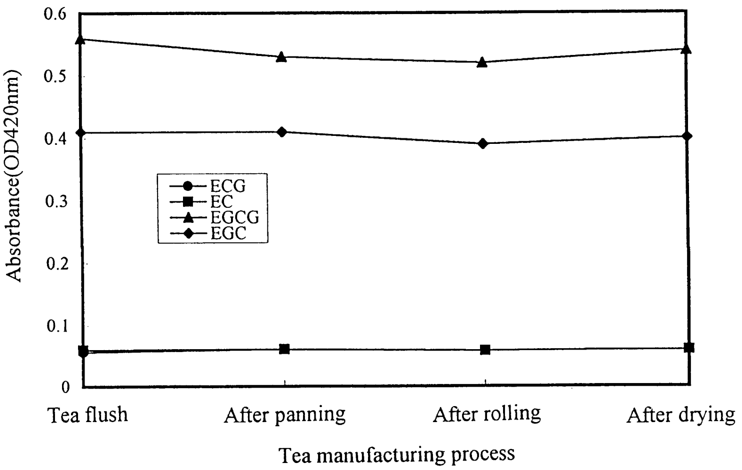
Treatment	Tea shape	color	Liquor color	Aroma	Taste	Overall quality	
Unroasted(ck)	7.0	7.0	16.0	22.0	24.0	76.0	色澤翠綠，水色蜜綠，甘醇
80℃ - 2 hr	7.0	7.0	16.0	22.0	23.0	75.0	
80℃ - 4 hr	7.0	7.0	15.0	23.0	23.5	75.5	
80℃ - 6 hr	7.0	7.0	15.0	23.0	24.0	76.0	
80℃ - 8 hr	7.0	7.0	15.0	24.0	25.0	78.0	炒米香，醇厚
80℃ -10 hr	7.0	7.0	15.5	24.0	26.0	79.5	炒米香，醇厚
100℃ - 2 hr	7.0	7.0	15.0	24.5	26.5	80.0	炒米香，醇厚
100℃ - 4 hr	7.0	6.5	15.0	24.0	25.5	78.0	色澤微暗，微火香
100℃ - 6 hr	7.0	6.5	15.0	24.0	25.0	77.5	色澤微暗，微火香
100℃ - 8 hr	7.0	6.5	14.5	24.0	25.5	77.5	水色金黃，微火香
100℃ -10 hr	7.0	6.5	15.0	23.0	24.0	75.5	水色金黃，微火香
120℃ - 2 hr	7.0	6.5	13.0	22.0	24.0	72.5	水色黃紅，濃火香，微酸
120℃ - 4 hr	7.0	6.0	12.5	21.0	23.0	69.5	色澤黃褐，水色黃紅，濃火香，微酸
120℃ - 6 hr	7.0	6.0	12.0	20.0	21.0	66.0	色澤黃褐，水色黃紅，濃火香，微苦澀
120℃ - 8 hr	7.0	6.0	12.0	18.0	20.0	63.0	色澤黃褐，微水味，微酸
120℃ -10 hr	7.0	5.5	10.0	16.0	17.0	55.5	色澤黃褐，水色深黃色，濃火香
140℃ - 1 hr	7.0	6.0	12.0	20.0	21.0	66.0	色澤黃褐，水色深黃色，濃火香
140℃ - 2 hr	7.0	5.5	11.0	17.0	18.0	58.5	色澤微紅褐，火味強，帶酸，葉底半開
140℃ - 4 hr	7.0	4.5	9.0	14.0	14.0	48.5	色澤紅褐，紅色橙紅，火焦味，酸澀，葉底微開
140℃ - 6 hr	7.0	4.0	8.0	14.0	14.0	47.0	色澤紅褐，紅色橙紅，火焦味，酸澀，葉底微開
140℃ - 8 hr	7.0	4.0	8.0	13.5	13.5	46.0	色澤紅褐，紅色橙紅，火焦味，酸澀，葉底微開
160℃ - 1 hr	7.0	5.5	9.5	15.0	15.0	52.0	色澤微紅褐，火味強，葉底半開
160℃ - 2 hr	7.0	4.0	7.0	12.0	12.0	42.0	色澤黑褐，水色紅，火焦味，微酸，葉底不開
160℃ - 4 hr	7.0	3.0	5.0	10.0	10.0	35.5	色澤深黑褐，水色深紅，刺鼻焦味，微酸，葉底帶黑
160℃ - 6 hr	7.0	2.5	5.0	10.0	10.0	34.5	色澤深黑褐，碳化感，帶酸氣，葉底帶黑
160℃ - 8 hr	7.0	2.0	4.5	10.0	10.0	33.5	碳化感，深黑褐，水色深紅，帶酸氣，葉底帶黑

烘焙茶樣爲品質中等的條型包種茶

表十七、包種茶於不同溫度及時間烘焙之茶湯pH及水色分析

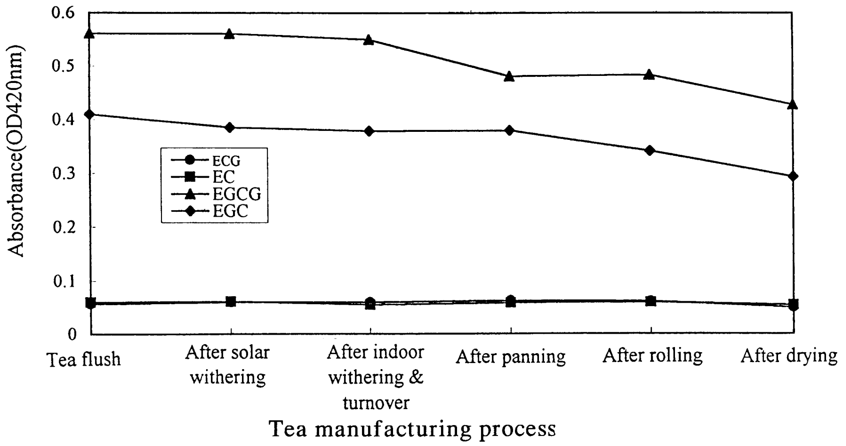
Table 17. The analysis of the values of pH and color measurement of Paochung tea liquor during tea roasting

Treatment	pH	△L	△a	△b	△E
Unroasted(ck)	6. 14	8. 70	2. 57	13. 67	16. 47
80℃ - 2 hr	5. 99	9. 70	3. 10	15. 70	18. 73
80℃ - 4 hr	6. 05	9. 47	2. 93	16. 27	19. 07
80℃ - 6 hr	6. 02	9. 23	2. 87	15. 40	18. 20
80℃ - 8 hr	6. 04	9. 00	2. 77	14. 53	17. 33
80℃ -10 hr	6. 04	9. 53	2. 87	15. 17	18. 17
100℃ - 2 hr	6. 03	9. 30	2. 70	15. 10	17. 97
100℃ - 4 hr	6. 02	9. 40	2. 70	15. 53	18. 37
100℃ - 6 hr	6. 02	8. 80	2. 57	14. 67	17. 37
100℃ - 8 hr	5. 99	9. 30	2. 56	15. 73	18. 47
100℃ -10 hr	6. 02	8. 73	2. 53	15. 47	18. 00
120℃ - 2 hr	5. 91	5. 27	3. 33	18. 23	20. 77
120℃ - 4 hr	5. 85	9. 00	3. 20	19. 40	21. 63
120℃ - 6 hr	5. 84	10. 67	2. 87	23. 73	26. 20
120℃ - 8 hr	5. 82	10. 63	2. 53	23. 80	26. 20
120℃ -10 hr	5. 74	11. 33	2. 37	25. 33	27. 87
140℃ - 1 hr	5. 76	10. 27	3. 07	23. 77	26. 10
140℃ - 2 hr	5. 73	12. 67	1. 83	29. 13	31. 83
140℃ - 4 hr	5. 66	14. 27	0. 30	30. 17	33. 37
140℃ - 6 hr	5. 61	16. 57	1. 30	31. 57	35. 70
140℃ - 8 hr	5. 60	18. 70	2. 70	32. 10	37. 30
160℃ - 1 hr	5. 67	12. 77	1. 23	27. 20	30. 13
160℃ - 2 hr	5. 54	20. 13	3. 13	30. 47	36. 67
160℃ - 4 hr	5. 54	25. 27	6. 77	30. 77	40. 37
160℃ - 6 hr	5. 46	29. 03	9. 17	30. 83	43. 33
160℃ - 8 hr	5. 52	30. 00	10. 20	30. 60	44. 13



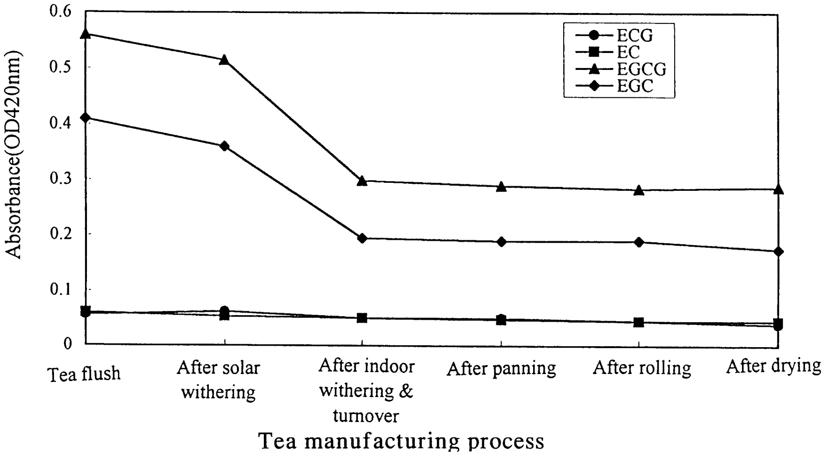
圖一、綠茶製造過程中兒茶素類含量之變化

Fig 1. The changes of catechin contents during the Green tea manufacturing process



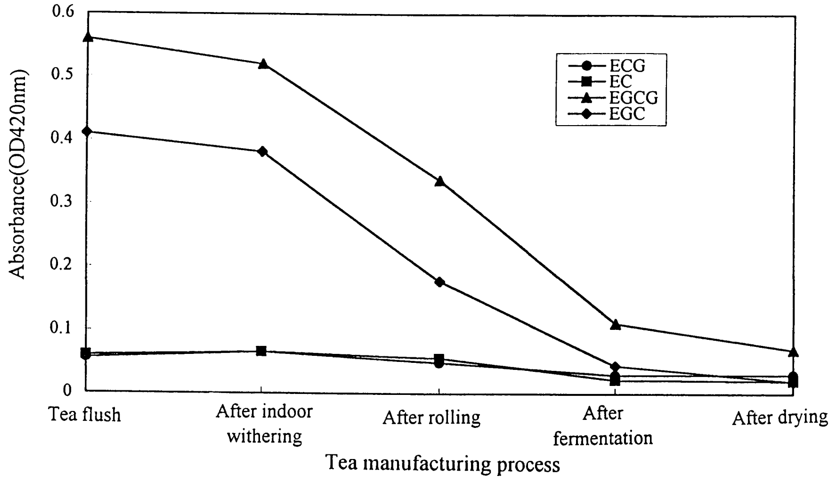
圖二、包種茶製造過程中兒茶素類含量之變化

Fig 2. The changes of catechin contents during the Paochung tea manufacturing process



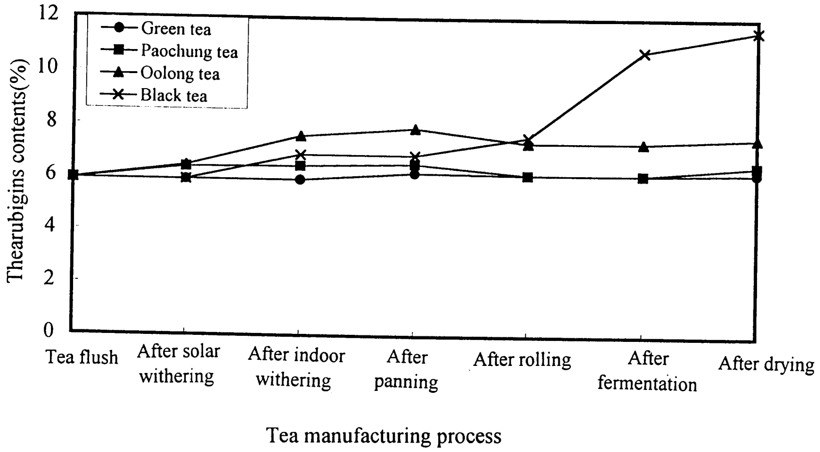
圖三、烏龍茶製造過程中兒茶素類含量之變化

Fig3. The changes of catechin contents during the Oolong tea manufacturing processing



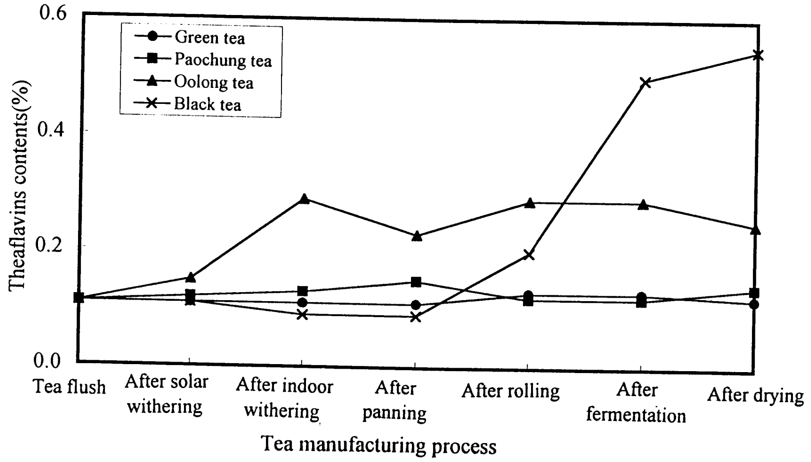
圖四、紅茶製造過程中兒茶素類含量之變化

Fig 4. The changes of catechin contents during the Black tea manufacturing process



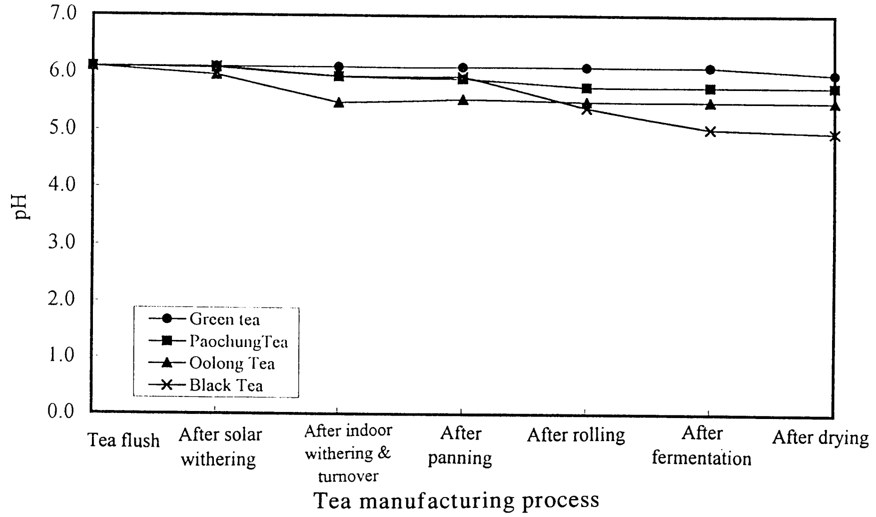
圖五之一、不同茶類製造過程中茶紅質含量變化

Fig. 5-1. The changes of thearubigins contents during the tea manufacturing process



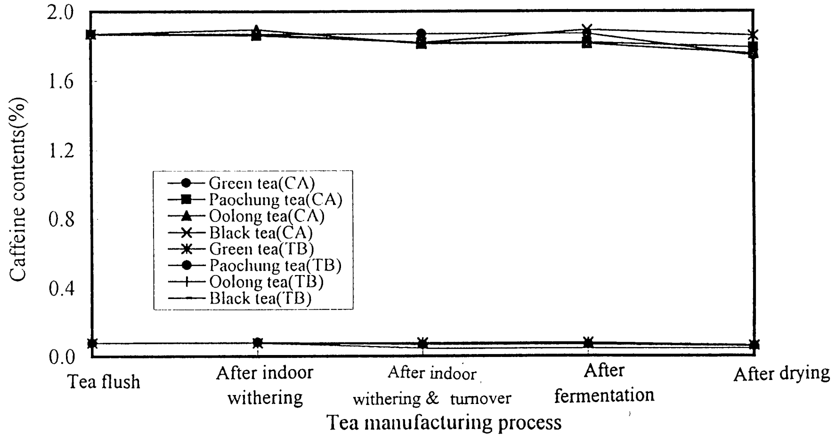
圖五之二、不同茶類製造過程中茶黃質含量變化

Fig. 5-2. The changes of theaflavins contents during the tea manufacturing process



圖六、不同茶類製造過程中茶湯pH值之變化

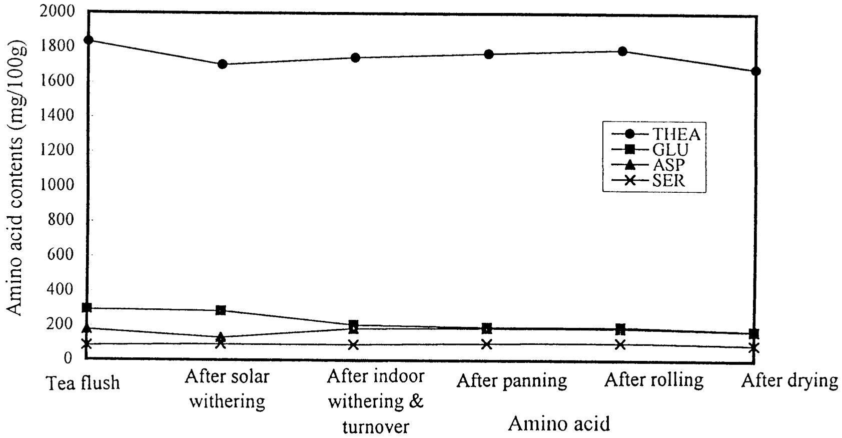
Fig. 6. The changes of pH of tea liquor during the tea manufacturing process



圖七、不同茶類製造過程中植物鹼含量變化

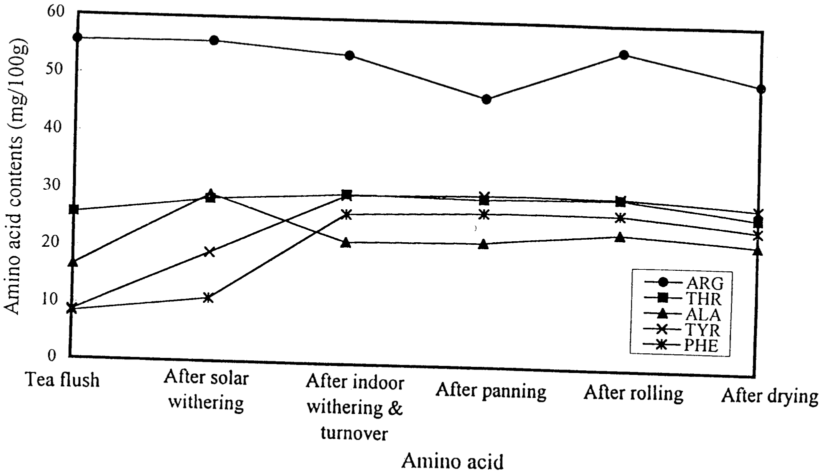
Fig. 7. The changes of alkaloids contents during the tea manufacturing process

CA：caffeine TB：theobromine



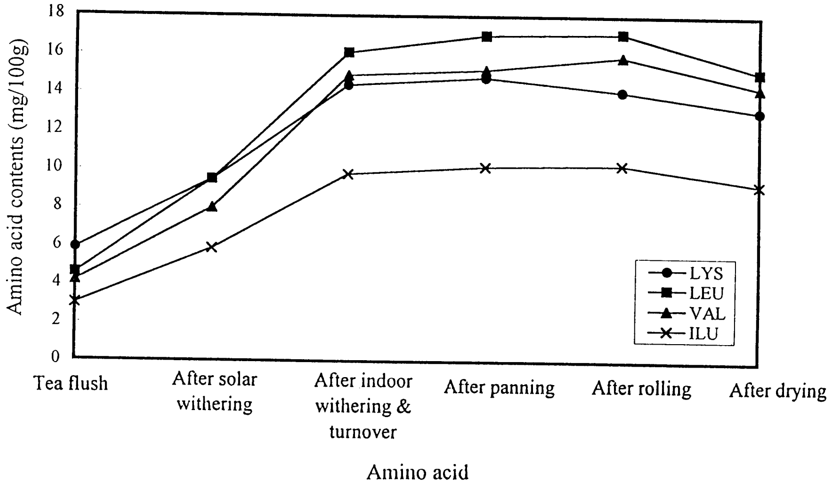
圖八、包種茶製造過程中胺基酸含量變化(一)

Fig. 8. The changes of amino acid contents during the Paochung tea manufacturing process(I)



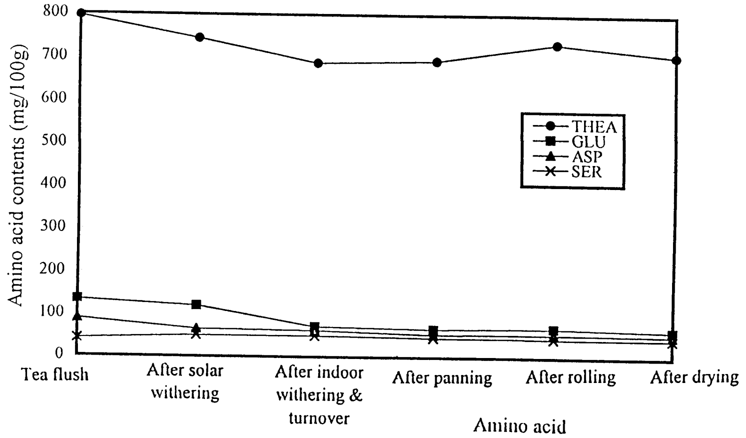
圖九、包種茶製造過程中胺基酸含量變化(二)

Fig. 9. The changes of amino acid contents during the Paochung tea manufacturing process(II)



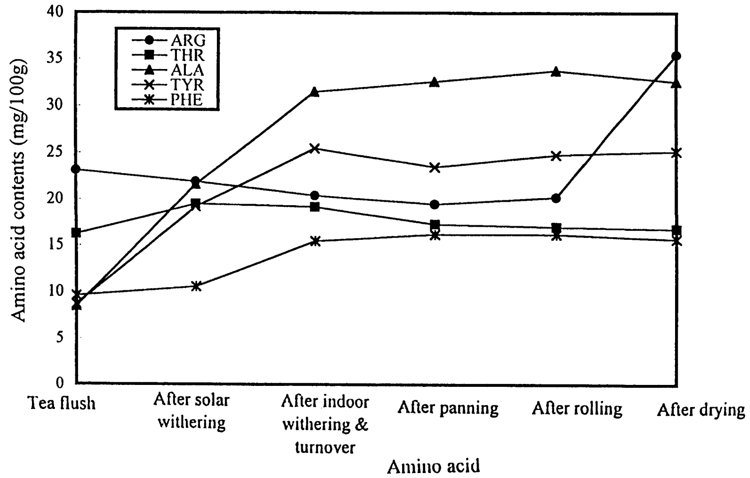
圖十、包種茶製造過程中胺基酸含量變化(三)

Fig. 10. The changes of amino acid contents during the Paochung tea manufacturing process(III)



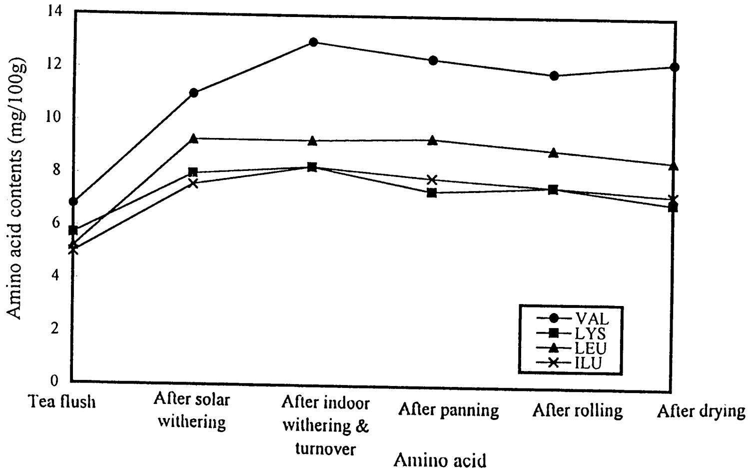
圖十一、烏龍茶製造過程中胺基酸含量變化(一)

Fig. 11. The changes of amino acid contents during the Oolong tea manufacturing process(I)



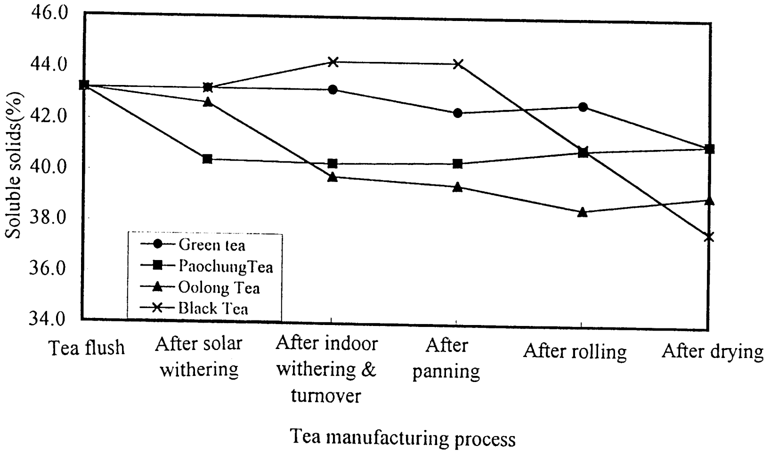
圖十二、烏龍茶製造過程中胺基酸含量變化(二)

Fig. 12. The changes of amino acid contents during the Oolong tea manufacturing process(II)



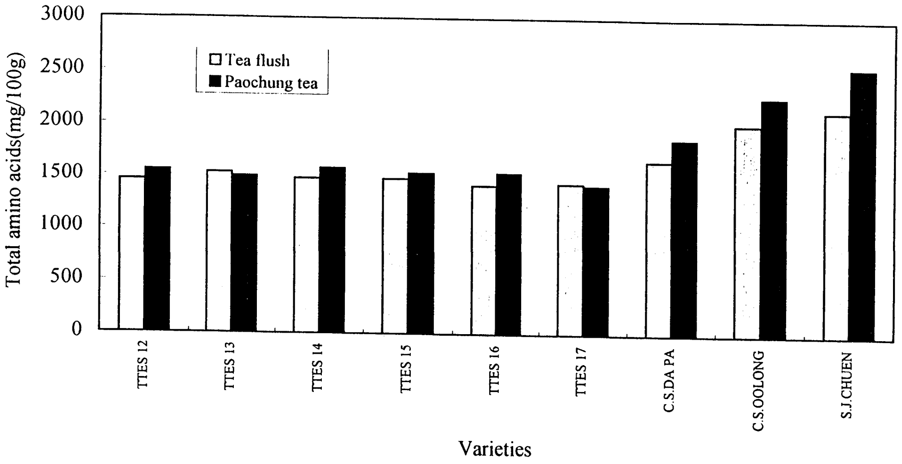
圖十三、烏龍茶製造過程中胺基酸含量變化(三)

Fig. 13. The changes of amino acid contents during the Oolong tea manufacturing process(III)



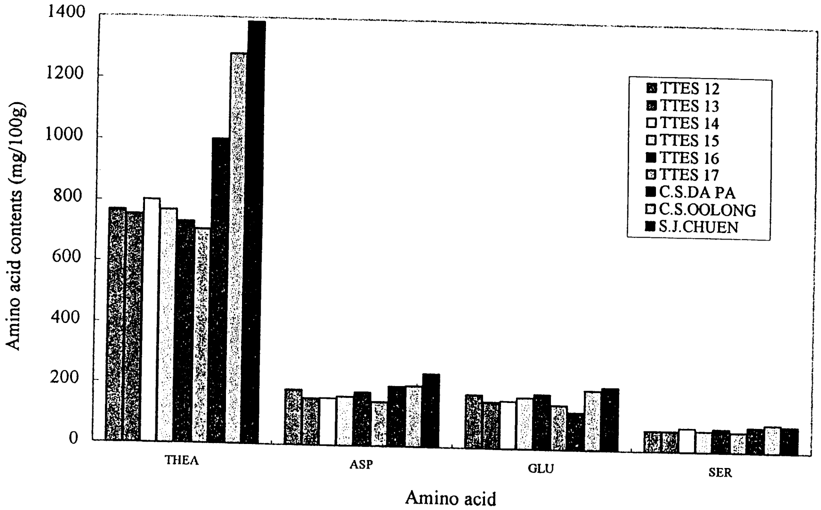
圖十四、不同茶類製造過程中可溶分之變化

Fig. 14. The changes of soluble solids during the tea manufacturing process



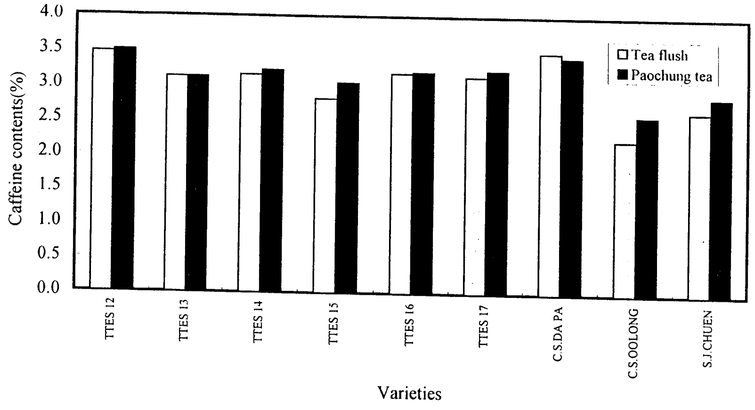
圖十五、不同品種茶菁與包種茶胺基酸總量之變化

Fig. 15. The changes of total amino acids between tea flush and Paochung tea for different varieties



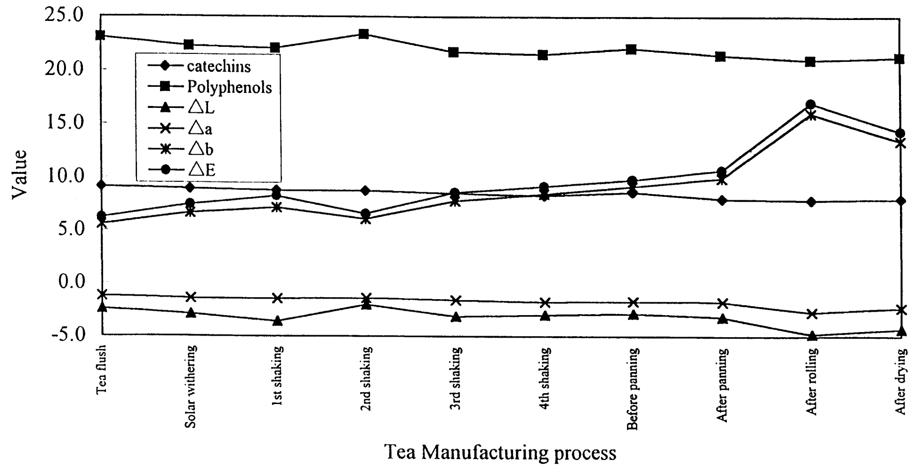
圖十六、不同品種包種茶主要胺基酸含量之變化

Fig. 16. The changes of free amino acid of Paochung tea for different varieties



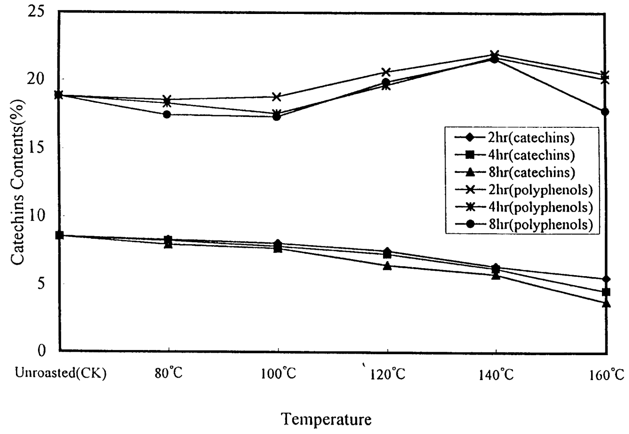
圖十七、不同品種茶菁與包種茶咖啡因含量之變化

Fig. 17. The changes of caffeine contents between tea flush and Paochung tea for different varieties



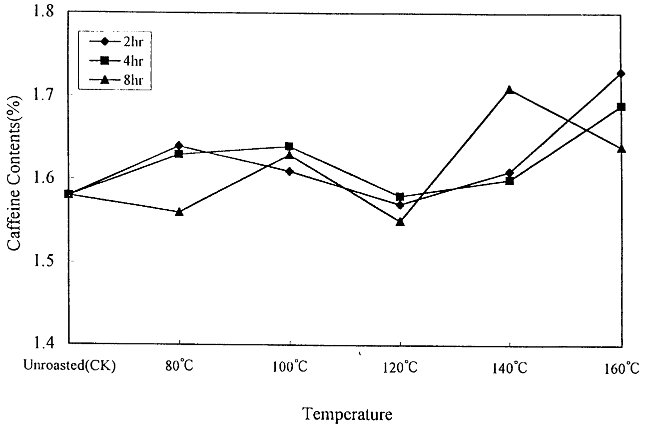
圖十八、包種茶製造過程中多元酚類、兒茶素類含量及茶湯色差值變化

Fig. 18. The changes of polyphenols、catechins contents and color measurement of tea liquor during the Paochung tea manufacturing process



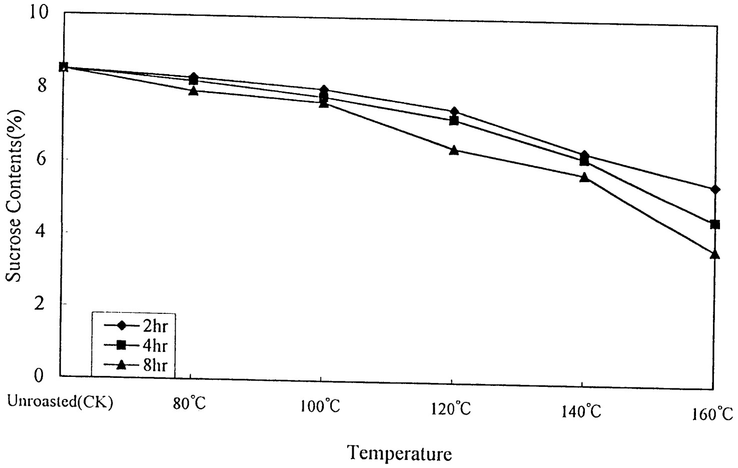
圖十九、不同烘培溫度與時間對包種茶兒茶素類和多元酚類含量之影響

Fig. 19. Effect of different temperature and time on catechins and polyphenols contents of Paochung tea



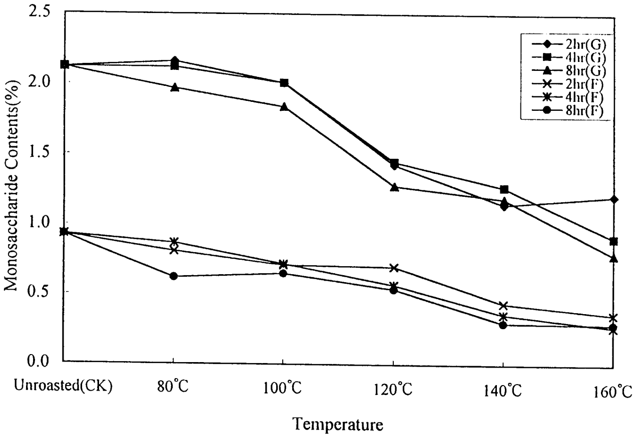
圖二十、不同烘培溫度與時間對包種茶咖啡因含量之影響

Fig. 20. Effect of different roasting temperature and time on caffeine contents of Paochung tea



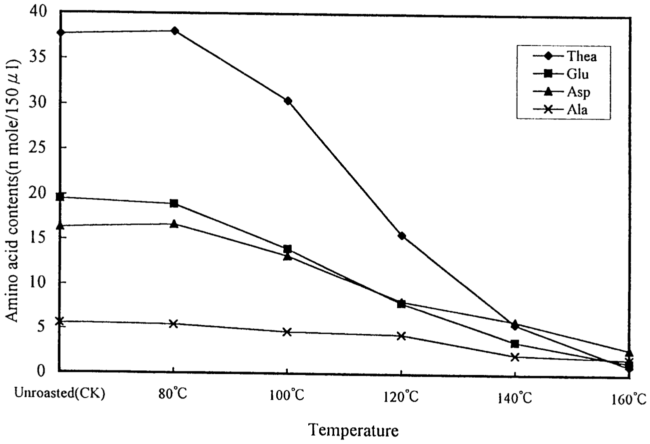
圖二十一、不同烘培溫度與時間對包種茶蔗醣含量之影響

Fig. 21. Effect of different roasting temperature and time on sucrose contents of Paochung tea



圖二十二、不同烘培溫度與時間對包種茶單醣含量之影響

Fig. 22. Effect of different roasting temperature and time on monosaccharide contents of Paochung tea G：Glucose F：Fructose



圖二十三、包種茶於不同溫度烘培 4 小時後胺基酸含量變化

Fig. 23. The changes of amino acid contents of Paochung tea at different roasting temperature after 4 hours

參考文獻

1. 丁一倪。1981。品質鑑定方法科學化之研究 第二報。茶葉中各種兒茶素和色素含量與茶葉品質關係之研究。中國農業化學會誌 19(3-4):181-189。
2. 丁一倪。1981。品質鑑定方法科學化之研究 第一報。茶葉中兒茶素類及葉綠素的快速分析方法。中國農業化學會誌 19(1-2):170-180。
3. 甘子能。1984。茶葉化學入門。台灣省茶業改良場林口分場編印。
4. 甘子能。1985。製茶原理的生化觀。食品工業 17(7):25-37。
5. 吳振鐸。1985。台灣茶葉的分類。台灣茶業研究彙報 4:155-158。
6. 吳振鐸。1973。從茶湯之化學成分談台灣茶葉品質之改進問題. 台灣農業季刊 9(1):194-198.
7. 吳振鐸和葉速卿。1978。半發酵茶製造過程中茶葉主要成分變化之研究。台灣省茶業改良場67年年報: 80-82。
8. 吳振鐸、葉速卿、鄭觀星。1975。不同製茶種類對兒茶素(Catechins) 含量的影響。中國農業化學會誌 13(3-4):159-168。
9. 阮逸明。1987。包種茶水色形成與速溶茶萃取及抗結塊之研究。國立台灣大學食品科技研究所博士論文。
10. 阮逸明、張如華、張連發。1992。不同烘焙溫度與時間對包種茶化學成分與品質之影響。台灣茶業研究彙報 8:71-82。
11. 金曉珍。1989。烏龍茶製茶過程香氣成分變化之研究。私立中國文化大學家政研究所碩士論文。
12. 張如華。1994。茶葉之加熱處理－焙火。食品工業 26(1)43-51。
13. 張如華。1992。不同萎凋處理對包種茶品質之影響。國立台灣大學農業化學研究所碩士論文。
14. 張如華。1983。利用HPLC分析茶中植物鹼含量變化之研究。台灣省茶業改良場72年年報:51-56。
15. 葉速卿、吳振鐸。1978。半發酵茶製造過程中茶葉主要成分之變化與成茶品質之關係。中國農業化學會誌 16(3-4):123-131。
16. 蔡永生、區少梅、張如華。1990。不同品種包種茶官能品質與化學組成之特徵與判別分析。台灣茶業研究彙報 9:79-97。
17. 蔡永生。1989。包種茶茶湯滋味及水色與非揮發性化學成分關係之研究。國立中興大學食品科學研究所碩士論文。
18. 竹尾忠一、田代正樹、今村義成。1984。半發酵茶(烏龍茶)にみられる萎凋操作の效果。茶業研究報告 60:43-45。
19. Anan, T. and Kato, H. 1984. Interaction between polyphenols of tea and amino acids during heating. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 31(5): 321-326.
20. Association of Official Agricultural Chemists. 1983. Official methods of analysis, Ed. by Horwitz,W., A.O.A.C., Washington D.C., U.S.A.
21. Cloughler, J.B. 1981. Storage deterioration of Central Africa teas: Changes in chemical composition sensory characteristics and price evaluation. J. Sci. Food Agric. 32:1213-1223.
22. Hilton, P.J. and Palmer-Jones, R.W. 1975. Chemical assessment of quality in tea and its relation to the market over and extended period. J. Sci. Food Agric. 26:1618-1687.
23. Hilton, P.J. and Ellis, R.T. 1972. Estimation of the market value of Central African tea by theaflavin analysis. J. Sci. Food Agric. 25: 227-232.
24. Ikegaya, K., Takayanagi, H., Anan, T., Iwamoto, M., Vozumi, J. and Nishinari, K. 1988. Determination of the content of total nitrogen, caffeine, total free amino acids, theanine and tannin of sencha and

maccha by near infrared reflectance spectroscopy. Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea, Series B, No.2.

25.Iwasa, K. 1975. Methods of chemical analysis of green tea. JARQ 9(3):161-164.

26. Kobayashi, A. et al. 1985. Effects of solar-withering and turnover treatment during indoor-withering on the formation of Pouchong tea aroma. Agric. Biol. Chem. 49(6):1655-1660.

27.Kubota, E. and Nakagaya, M. 1973. A quantitative determination of amino acids in tea by automatic amino acid analyzer. Study of Tea 45:51-57.

28.Nakagawa, M. 1970. Correlations of the chemical constituents with the organoleptic evaluation of green tea liquors. Study of Tea 39: 46-52.

29.Nakagawa, M. and Ishima, N. 1974. The relation of chemical content of green tea liquors with their taste. Study of Tea 46:41-47.

30.Othiambo, H.O., Owuor, P.O. and Othieno, C.O. 1988. Factors affecting tea quality: Field variables - A review. Tea 9(1):36-40.

31.Othieno, C.O. 1988. Summary of recommendations and observations from TRFK. Tea 9(2): 50-65.

32. Owuor,P.O. and Orchard, J.E. 1989. The effects of degree of physical wither on the chemical composition of black tea. Tea 10(1):47-52.

33.Owuor, P.O. and Orchard, J.E. 1989. Changes in the biochemical constituents of green leaf and black tea to withering: A review. Tea 10(1): 53-59.

34.Owuor, P.O., Reeves, S.G. and Wanyoko, J.K. 1986. Correlation of theaflavins contents and valuations of Keny black teas. J. Sci. Food Agric. 37:507-513.

35.Roberts, E.A.H. 1958. The chemistry of tea manufacture. J. Sci. Food Agric. 9:381-390.

36.Sanderson, G.W. 1972. The chemistry of tea and tea manufacturing. In "Structural and Functional Aspects of Phytochemistry" (V.C. Runeckles,ed.), 247-316. Academic Press, New York.

37.Sarkar, S.K. and Howarth, R.E. 1976. Spacificity of the vanillin test for flavanols. J. Agric. Food Chem. 24:317-320.

38.Takeo, T. 1984. Withering effect on the aroma formation found during oolong tea manufacturing. Agric. Biol. Chem. 48(4):1083-1085.

39.Takeo, T. 1982. Variations in aroma compound content in non- fermented and semi-fermented tea. Nippon Nogeikagaku Kaishi. 56(9) :799-801.

The Changes of Chemical Components of Tea during the Manufacturing Process and the Effects on Tea Quality

Ju-hwa Chang, I-ming Juan, Yung-sheng Tsai
Taiwan Tea Experiment Station
Yangmei, Taoyuan, Taiwan, R.O.C

Abstract

The changes of chemical components of tea during manufacturing process and the effects on tea quality were studied, the results showed as follows:

1. The catechins contents were decreased gradually during tea manufacturing process, and changes of EGCG and EGC contents were significantly.
2. Total amino acids during tea manufacturing process hadn't much change. Individually, theanine and glutamic acid were reduced. Others of free amino acid had tendency to increase.
3. Caffeine and theobromine during tea manufacturing process changed not much, but still decreased.
4. It reached significant negative correlation between △b and △E of tea liquor and contents of catechins during tea manufacturing process.
5. The results from the effect of solar-withering on paochung tea quality were positive. Nevertheless, unsolar-withering tea caused grassy odor; excessive solar-withering had inferior tea quality.
6. During manufacturing middle grade quality of paochung tea with machine, if controlled withering of tea shoots at 35℃, processing time of tea shoots could be shortened to 1/2. Moreover the quality of tea was found to be on a par with, or somewhat superior to those of the naturally withered tea.
7. From the correlation analysis of chemical components and taste, there were positive correlation between most of amino acid and taste scores; negative correlation between most of catechin and taste scores. In addition, the value of △b correlated with the scores of tea liquor reached significant negative correlation.
8. When the paochung tea roasted at 120℃ or above, the higher of roasting temperature and the longer of roasting time made tea quality worse, and the color of liquor changed to red and dull, the values of △a and △b increased, the chemical components (catechins, amino acids, reducing sugar) contents decreased.

Key words: chemical components, tea manufacturing process, tea quality, liquor color of tea